

PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



<p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : H02M 3/335</p>	A1	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/38726</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 3. September 1998 (03.09.98)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/00231</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 26. Januar 1998 (26.01.98)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 197 07 707.2 26. Februar 1997 (26.02.97) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FELDTKELLER, Martin [DE/DE]; Quagliostrasse 14, D-81543 München (DE).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>
<p>(54) Title: PULSE WIDTH MODULATOR</p> <p>(54) Bezeichnung: PULSWEITENMODULATOR</p> <div style="text-align: center; margin: 20px 0;"> </div>		
<p>(57) Abstract</p> <p>The invention relates to a pulse width modulator for controlling a semiconductor circuit breaker (S) in a switched-mode power supply unit, comprising: a comparator circuit (VS) for generating control pulses (AI) in accordance with an oscillator signal (OS), whereby the duration of the individual control pulses (AI) depends on a first control signal (RS1) and a second control signal (RS2); a measuring system (MA) for generating a load current signal (LS) dependent on the load current of the circuit breaker (S); and a feedback branch for feeding back the load current signal (LS) to the comparator circuit (VS). The feedback branch comprises a low-pass system (TP), where the load current signal (LS) can be picked up at the input of said system and the second control signal (RS2) at the output.</p>		

(57) Zusammenfassung

Pulsweitenmodulator zur Ansteuerung eines Halbeiter-Leistungsschalters (S) in einem Schaltnetzteil mit einer Vergleicherschaltung (VS) zur Erzeugung von Ansteuerimpulsen (AI) nach Maßgabe eines Oszillatorsignals (OS), wobei die Dauer der einzelnen Ansteuerimpulse (AI) von einem ersten Regelsignal (RS1) und einem zweiten Regelsignal (RS2) abhängt, einer Meßanordnung (MA) zur Erzeugung eines vom Laststrom des Leistungsschalters (S) abhängigen Laststromsignals (LS), einem Rückkopplungsweig zur Rückkopplung des Laststromsignals (LS) an die Vergleicherschaltung (VS), wobei der Rückkopplungsweig eine Tiefpaßanordnung (TP) aufweist, an deren Eingang das Laststromsignal (LS) und an deren Ausgang das zweite Regelsignal (RS2) abgreifbar ist.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland		
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Beschreibung

Pulsweitenmodulator

5 Die Erfindung betrifft einen Pulsweitenmodulator zur Ansteuerung eines Halbleiter-Leistungsschalters in einem Schaltnetzteil mit folgenden Merkmalen:

- 10 - einer Vergleicherschaltung zur Erzeugung von Ansteuerimpulsen nach Maßgabe eines Oszillatorsignals, wobei die Dauer der einzelnen Ansteuerimpulse von einem ersten Regelsignal und einem zweiten Regelsignal abhängt;
- 15 - einer Meßanordnung zur Erzeugung eines vom Laststrom des Leistungsschalters abhängigen Laststromsignals;
- einem Rückkopplungsweig zur Rückkopplung des Laststromsignals an die Vergleicherschaltung.

20 Derartige Pulsweitenmodulatoren dienen der Regelung der Ausgangsspannung bzw. der Ausgangsleistung eines Schaltnetzteils.

Die von einem Schaltnetzteil aufgenommene bzw. abgegebene
25 Leistung bestimmt sich unter anderem aus der Dauer der periodisch erzeugten Ansteuerimpulse, welche ein Schließen des Halbleiter-Leistungsschalters für die Dauer der Ansteuerimpulse und damit das Fließen eines Laststroms bewirken. Die Regelung der Dauer der üblicherweise im Takt des Oszillatorsignals erzeugten Ansteuerimpulse erfolgt in der Schaltanord-
30 nung abhängig von einem ersten und zweiten Regelsignal, wobei das erste Regelsignal unter anderem von der Ausgangsspannung bzw. der Ausgangsleistung des Schaltnetzteils abhängt.

35 Bei den bisher bekannten Pulsweitenmodulatoren zur Ansteuerung eines Halbleiter-Leistungsschalters erfolgt damit ein Schließen des Halbleiter-Leistungsschalters im Takt des Oszillatorsignals, wobei der Halbleiter-Leistungsschalter ab-

hängig vom Verlauf des ersten und zweiten Regelsignals wieder geöffnet wird. Üblicherweise sind die Ansteuerimpulse so gewählt, daß sie bei Überschreiten des ersten Regelsignals durch das zweite Regelsignal enden, wodurch der Halbleiter-Leistungsschalter geöffnet wird.

Bei bisher bekannten derartigen Pulsweitenmodulatoren ist das Laststromsignal direkt oder über einen Verstärker an die Vergleicherschaltung zurückgekoppelt. Aufgrund unweigerlich vorhandener parasitärer Kapazitäten weist der in dem Schaltnetzteil fließende Laststrom nach Einschalten des Halbleiter-Leistungsschalters einen kurzen hohen Einschaltstromimpuls auf, der direkt als zweites Regelsignal in die Vergleicherschaltung zurückgekoppelt ein Abschalten des Halbleiter-Leistungsschalters unmittelbar nach dem Einschalten bewirken würde, wenn der Einschaltimpuls das erste Regelsignal übersteigt. Derartige Pulsweitenmodulatoren zur Ansteuerung eines Halbleiter-Leistungsschalters besitzen daher Anordnungen im Rückkopplungsweig, die das Laststromsignal zu Beginn für eine Dauer ausblenden, die länger ist, als die Dauer der Einschaltimpulse.

Nachteilig bei derartigen Pulsweitenmodulatoren ist, daß keine Ansteuerimpulse erzeugt werden können, deren Dauer geringer ist, als die Dauer über welche das Laststromsignal ausgeblendet wird. Aufgrund der Abhängigkeit der von dem Schaltnetzteil abgegebenen Leistung von der Dauer der Ansteuerimpulse ist die abgebbare Leistung eines Schaltteils mit einem derartigen Pulsweitenmodulator damit nach unten begrenzt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Pulsweitenmodulator vorzuschlagen, mit dem beliebig kurze, von der Dauer der Einschaltstromimpulse unabhängige Ansteuerimpulse erzeugt werden können und der mit einfachen Mitteln realisierbar ist.

Dieses Ziel wird für den eingangs genannten Pulsweitenmodulator durch folgendes zusätzliches Merkmal erreicht:

- Der Rückkopplungszweig weist eine Tiefpaßanordnung, deren Eingang das Laststromsignal zuführbar und an deren Ausgang das zweite Regelsignal abgreifbar ist, auf.

5

Die Tiefpaßanordnung bewirkt, daß ein in der Regel langsam ansteigender und damit niederfrequenter Nutzanteil des Laststromsignals nahezu ungefiltert in das zweite Regelsignal eingeht, während der kurze und damit hochfrequente, aus dem
10 Einschaltimpuls resultierende Störanteil des Laststromsignals durch die Tiefpaßanordnung unterdrückt wird. Ein Ausblenden des Laststromimpulses für eine bestimmte Zeitdauer nach Öffnen des Leistungsschalters ist mit der Tiefpaßanordnung nicht notwendig, so daß insbesondere beliebig kurze Ansteuerimpulse
15 erzeugt werden können.

Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Entsprechend einer Ausführungsform eines Pulsweitenmodulators nach der Erfindung weist die Tiefpaßanordnung ein Tiefpaßfilter und eine Schaltanordnung auf, wobei letztere einen von dem Laststromsignal unabhängigen Signalanteil des zweiten Regelsignals bewirkt. Die Schaltanordnung ist so gewählt, daß der vom Laststrom unabhängige Signalanteil den aus dem Laststrom resultierenden Signalanteil des zweiten Regelsignals zu
25 einem monoton ansteigenden Signal ergänzt, solange der Halbleiter-Leistungsschalter geschlossen ist. Das Tiefpaßfilter und die Schaltanordnung sind so gewählt, daß auch bei kleinen Lastströmen und damit kleinen Laststromsignalen ein für die
30 Dauer der Ansteuerimpulse streng monoton ansteigendes zweites Regelsignal vorhanden ist, wodurch beliebig kurze Ansteuerimpulse möglich sind.

Das Tiefpaßfilter ist vorzugsweise ein Filter ersten Grades,
35 wodurch es einfach und platzsparend zu realisieren ist.

Um die Amplituden des ersten und zweiten Regelsignals aufeinander abzustimmen, weist die Tiefpaßanordnung vorzugsweise

einen Verstärker auf. Dieser dient weiterhin dazu, beispielsweise das Laststromsignal oder ein von diesem abhängiges Signal vor der Tiefpaßfilterung zu verstärken, um den Einfluß weiterer durch parasitäre Effekte bewirkte Störgrößen auf das
5 zweite Regelsignal zu verringern.

Eine Ausführungsform eines Pulsweitenmodulators nach der Erfindung sieht vor, daß die Schaltanordnung aus einer Rechtecksignalquelle besteht, die vor dem Tiefpaßfilter angeordnet
10 ist. Die von der Rechtecksignalquelle gelieferten Rechteckimpulse sind so gewählt, daß sie gleichzeitig mit dem oder kurz vor dem Einschalten des Halbleiter-Leistungsschalters beginnen und mit dem oder nach dem Abschalten des Halbleiter-Leistungsschalters enden. Die Amplitude der Rechtecksignale
15 ist so gewählt, daß das zweite Regelsignal, welches durch Tiefpaßfilterung aus dem Summensignal des Rechteck- und Laststromsignals hervorgeht, streng monoton ansteigt, solange der Halbleiter-Leistungsschalters geschlossen ist.

20 Vorzugsweise besteht die Meßanordnung aus einem vom Laststrom durchflossenen Stromfühlwiderstand, der mit einer ersten Klemme an Bezugspotential liegt und an dessen zweiter Klemme das Laststromsignal abgreifbar ist. Das Laststromsignal ergibt sich somit aus dem durch den Laststrom an den Stromfühl-
25 widerstand erzeugten Spannungsabfall.

Weiterhin ist vorgesehen, daß das Tiefpaßfilter aus einem Widerstand und einem Kondensator besteht, wobei eine erste Klemme des Kondensators an Bezugspotential liegt und an dessen
30 zweiter Klemme das zweite Regelsignal abgreifbar ist.

Eine weitere Ausführungsform eines Pulsweitenmodulators nach der Erfindung sieht vor, daß die Schaltanordnung aus einer Konstantspannungsquelle und einem ersten Schalter besteht,
35 der parallel zu dem Kondensator des Tiefpaßfilters angeordnet ist und der abhängig von einem in der Schaltanordnung bereitgestellten Sprungsignal geöffnet oder geschlossen wird. Das Sprungsignal ist so gewählt, daß es den ersten Schalter bei

Schließen des Halbleiter-Leistungsschalters öffnet und wieder schließt nachdem der Halbleiter-Leistungsschalter wieder geöffnet ist. Die Spannung der Konstantspannungsquelle ist analog zu den erwähnten Rechtecksignalen so gewählt, daß sich für das zweite Regelsignal ein monoton ansteigendes Signal ergibt, solange der Halbleiter-Leistungsschalter geschlossen ist. Der parallel zu dem Kondensator angeordnete erste Schalter sorgt dafür, daß nach Öffnen des Halbleiter-Leistungsschalters der Kondensator entladen wird und das Tiefpaßfilter in einen definierten Ausgangszustand vor erneutem Schließen des Halbleiter-Leistungsschalters übergeht.

Eine äquivalente Wirkung besitzt eine weitere Ausführungsform der Schaltanordnung, bei welcher eine erste Stromquelle mit einer Klemme mit dem gemeinsamen Anschluß von Kondensator, Widerstand und erstem Schalter verbunden ist, wobei der erste Schalter abhängig von dem Sprungsignal geöffnet oder geschlossen ist. Der durch die erste Stromquelle bewirkte Anteil an dem zweiten Regelsignal ergibt sich aus dem durch die Stromquelle an dem Widerstand bewirkten Spannungsabfall.

Weiterhin ist vorgesehen, daß die Schaltanordnung aus einer zweiten Stromquelle und einem in Reihe dazu geschalteten zweiten Schalter besteht, wobei eine Klemme der Reihenschaltung mit der dem Widerstand und dem Kondensator gemeinsamen Klemme verbunden ist und wobei der zweite Schalter abhängig von dem Sprungsignal geöffnet oder geschlossen wird. Diese Schaltanordnung bewirkt einen rechteckförmigen, mit der Periode des Sprungsignals periodischen Spannungsabfall an dem Widerstand des Tiefpaßfilters. Der so erzeugte Spannungsabfall ist gleichbedeutend mit der Addition eines rechteckförmigen Spannungssignals zu dem Laststromsignal vor Filterung durch das Tiefpaßfilter. Das Sprungsignal ist so zu wählen, daß es den zweiten Schalter mit Einschalten des Halbleiter-Leistungsschalters schließt und den zweiten Schalter nach Öffnen des Halbleiter-Leistungsschalters wieder öffnet.

Die Vergleicherschaltung ist vorzugsweise so gewählt, daß sie einen Komparator, ein RS-Flip-Flop und ein UND-Glied aufweist, wobei der Komparator eingangsseitig mit dem ersten und zweiten Regelsignal, das RS-Flip-Flop eingangsseitig mit dem
5 Ausgang des Komparators und dem Oszillatorsignal und das UND-Glied eingangsseitig mit einem Ausgangssignal des RS-Flip-Flops und dem Oszillatorsignal verbunden ist. Die Ansteuerimpulse liegen am Ausgang des UND-Glieds an.

10 Der erfindungsgemäße Pulsweitenmodulator ist sowohl für primärgetaktete als auch für sekundärgetaktete Schaltnetzteile geeignet.

Der erfindungsgemäße Pulsweitenmodulator wird nachfolgend anhand von Figuren näher erläutert. Es zeigen:
15

Fig. 1: ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Pulsweitenmodulators,

20 Fig. 2: ein zweites Ausführungsbeispiel des Pulsweitenmodulators,

Fig. 3: ein drittes Ausführungsbeispiel des Pulsweitenmodulators,

25 Fig. 4: ein viertes Ausführungsbeispiel des Pulsweitenmodulators,

Fig. 5: ein fünftes Ausführungsbeispiel des Pulsweitenmodulators,
30

Fig. 6: den zeitlichen Verlauf ausgewählter Signale zur Erläuterung der Funktionsweise des Pulsweitenmodulators.

35 In den Figuren bezeichnen, sofern nicht anders angegeben, gleiche Bezugszeichen gleiche Bauteile mit gleicher Bedeutung.

Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungs-
gemäßen Pulsweitenmodulators zur Ansteuerung eines Halblei-
ter-Leistungsschalters S in einem primärgetakten Schaltnetz-
teil, wobei von den übrigen Komponenten des Schaltnetzteils
5 lediglich ein Übertrager Ü dargestellt ist, zu dessen primär-
seitiger Spule der Halbleiter-Leistungsschalter S in Reihe
geschaltet ist. Dargestellt ist weiterhin eine Vergleichers-
schaltung VS, die Ansteuerimpulse AI im Takt eines Oszilla-
torssignals OS erzeugt, wobei die Dauer der Ansteuerimpulse
10 AI von einem ersten und zweiten Regelsignal RS1, RS2 abhängt.
Eine Meßanordnung MA erzeugt ein von dem durch den Halblei-
ter-Leistungsschalter S fließenden Laststrom abhängiges Last-
stromsignal LS, welches durch eine Tiefpaßanordnung TP in ei-
nem Rückkopplungszweig zu der Vergleicherschaltung VS rückge-
koppelt ist, wobei am Ausgang der Tiefpaßanordnung TP das
15 zweite Regelsignal RS2 anliegt. Die Vergleicherschaltung VS
ist so gewählt, das sie die Ansteuerimpuls AI im Takt des
Oszillatorsignals OS erzeugt, so daß der Halbleiter-
20 Leistungsschalter periodisch mit dem Oszillatorsignal OS ge-
öffnet wird, wobei die Öffnungsdauer von der Dauer der An-
steuerimpulse AI abhängt.

Fig. 2 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfin-
dungsgemäßen Pulsweitenmodulators. Die Meßanordnung MA ist in
25 dem dargestellten Ausführungsbeispiel als Widerstand R_F aus-
gebildet, der mit einer ersten Klemme an Bezugspotential
liegt und an dessen zweiter Klemme das Laststromsignal LS ab-
greifbar ist. Die dargestellte Vergleicherschaltung besteht
30 aus einem Komparator KO, einem RS-Flip-Flop FF und einem UND-
Glied U, wobei das erste und zweite Regelsignal RS1, RS2 an
Eingängen des Komparators KO anliegen, dessen Ausgang am Re-
set-Eingang des RS-Flip-Flop FF anliegt. Am Set-Eingang des
RS-Flip-Flops befindet sich das Oszillatorsignal OS, welches
35 weiterhin an einem invertierenden Eingang des UND-Glieds U
anliegt. Der Ausgang des RS-Flip-Flops FF ist mit einem wei-
teren Eingang des UND-Glieds U verbunden. Die Ansteuerimpulse
AI liegen am Ausgang des UND-Glieds an.

Die in Fig. 2 dargestellte Tiefpaßanordnung TP besteht aus einem durch ein RC-Glied gebildetes Tiefpaßfilter TF, einem dem Tiefpaßfilter TF vorgeschalteten Verstärker VR sowie einer Rechtecksignalquelle V_R , die ein Rechtecksignal zu dem am Eingang der Tiefpaßanordnung TP anliegenden Laststromsignals LS addiert.

Die dargestellte Vergleicherschaltung VS ist so gewählt, daß sie Ansteuerimpulse AI erzeugt, welche jeweils mit einer negativen Taktflanke des Oszillatorsignals OS beginnen. Die Ansteuerimpulse AI enden jeweils, wenn das zweite Regelsignal RS2 das erste Regelsignal RS1 übersteigt. Die Rechtecksignalquelle V_R ist so gewählt, daß sie Rechtecksignale erzeugt, welche addiert zu dem Laststromsignal LS bei anschließender Tiefpaßfilterung ein zweites Regelsignal RS2 ergeben, welches streng monoton ansteigt, solange der Halbleiter-Leistungsschalter S geschlossen ist bzw. solange ein Ansteuerimpuls AI am Ausgang der Vergleicherschaltung VS anliegt.

Die Zeitkonstante des RC-Glieds ist vorzugsweise so gewählt, daß sie größer als die Dauer des in dem Laststromsignal LS enthaltenen Einschaltimpulses aber kleiner als die maximal mögliche Dauer der Ansteuerimpulse AI ist. Bei geringen Lastströmen ergibt sich aufgrund des Rechtecksignals nur ein geringer Einfluß des Laststromsignals auf das zweite Regelsignal RS2, so daß der Pulsweitenmodulator bei geringen Lastströmen in einem von herkömmlichen Schaltnetzteilen bekannten Voltage-Mode-Betrieb arbeitet, der sich dadurch auszeichnet, daß die Dauer der Ansteuerimpulse AI unabhängig von dem tatsächlich fließenden Laststroms ist. Bei größeren Lastströmen und damit höheren durch das Schaltnetzteil abgegebenen Leistungen nimmt die Abhängigkeit des zweiten Regelsignals RS2 von dem Laststrom zu.

Fig. 3 zeigt den in Fig. 2 dargestellten Pulsweitenmodulator, wobei in der Tiefpaßanordnung TP die Rechtecksignalquelle

durch eine Konstantspannungsquelle V_{OFF} ersetzt ist und die Tiefpaßanordnung weiterhin einen ersten Schalter S1 aufweist, der parallel zu dem Kondensator C des Tiefpaßfilters TF geschaltet ist. Das Öffnen und Schließen des ersten Schalter S1 erfolgt abhängig von einem Sprungsignal SS. Sowohl die in Fig. 2 dargestellte Rechtecksignalquelle V_R als auch die in Fig. 3 dargestellte Konstantspannungsquelle V_{OFF} in Verbindung mit dem ersten Schalter S1 bilden eine Schaltanordnung, welche einen von dem Laststromsignal LS unabhängigen Signalanteil des zweiten Regelsignals RS2 bewirken. Bei dem in Fig. 3 dargestellten Beispiel addiert sich die Spannung der Konstantspannungsquelle V_{OFF} zu dem Laststromsignal, wobei das Summensignal, nach Verstärkung durch den Verstärker VR und Tiefpaßfilterung durch das Tiefpaßfilter TF das zweite Regelsignal RS2 ergibt. Der erste Schalter S1, der mit Beginn eines Ansteuerimpulses AI bzw. mit dem Schließen des Halbleiter-Leistungsschalters S geöffnet wird, schließt sich nach dem Ende eines jeweiligen Ansteuerimpulses AI bzw. nach dem Öffnen des Halbleiter-Leistungsschalters S und sorgt so dafür, daß der Kondensator C vor Beginn eines neuen Ansteuerimpulses AI entladen wird und das Tiefpaßfilter TF damit in einen definierten Ausgangszustand übergeht.

Der in Fig. 4 dargestellte Pulsweitenmodulator unterscheidet sich gegenüber dem in Fig. 3 dargestellten, durch eine erste Stromquelle J1, die an die gemeinsame Klemme von Widerstand R, Kondensator C und erstem Schalter S1 angeschlossen ist und welche die in Fig. 3 dargestellte Konstantspannungsquelle V_{OFF} ersetzt. Die zweite Klemme der ersten Stromquelle J1 ist in dem dargestellten Beispiel mit einer Klemme V für Versorgungsspannung verbunden. Der durch die erste Stromquelle J1 an dem Widerstand R erzeugte Spannungsabfall bewirkt einen vom Laststromsignal LS unabhängigen Signalanteil an dem zweiten Regelsignal RS2. Der erste Schalter S1, der mit Beginn eines Ansteuerimpulses AI bzw. mit dem Schließen des Halbleiter-Leistungsschalters S durch das Sprungsignal SS geöffnet wird, schließt sich nach dem Ende eines jeweiligen Ansteuerimpulses AI bzw. nach dem Öffnen des Halbleiter-

Leistungsschalters und sorgt so dafür, daß der Kondensator vor Beginn eines neuen Ansteuerimpulses AI entladen wird und das Tiefpaßfilter TF damit in einen definierten Ausgangszustand übergeht.

5

Fig. 5 zeigt einen Pulsweitenmodulator, der eine gegenüber den in den Figuren 2 bis 4 dargestellten Pulsweitenmodulatoren geänderte Tiefpaßanordnung TP aufweist. Dargestellt ist eine weitere Schaltanordnung zur Erzeugung eines vom Laststromsignal LS unabhängigen Signalanteils in dem zweiten Regelsignal RS2. Die Schaltanordnung besteht aus einer zweiten Konstantstromquelle J2 und einem dazu in Reihe geschalteten zweiten Schalter S2. Eine Klemme der Reihenschaltung ist mit der gemeinsamen Klemme von Widerstand R und Kondensator C verbunden, während die andere Klemme der Reihenschaltung in dem dargestellten Beispiel mit der anderen Klemme des Widerstands R verbunden ist. Diese andere Klemme der Reihenschaltung kann ebenso mit einer Klemme für ein beliebiges Potential verbunden sein kann, um die Funktionsfähigkeit der Schaltung zu gewährleisten. Das Öffnen und Schließen des zweiten Schalters S2 erfolgt abhängig von dem bereits erwähnten Sprungsignal SS. Die zweite Stromquelle J2 bewirkt gesteuert durch den zweiten Schalter S2 in Verbindung mit dem Sprungsignal SS an dem Widerstand R einen Spannungsabfall im Takt des Sprungsignals SS, wobei sich dieser rechteckförmige Spannungsabfall zu dem Laststromsignal LS vor der Tiefpaßfilterung addiert.

Fig. 6 zeigt die Funktionsweise eines erfindungsgemäßen Pulsweitenmodulators anhand ausgewählter Signale des in Fig. 2 dargestellten Pulsweitenmodulators. Die Fig. 5a) bis 5f) zeigen in der angegebenen Reihenfolge die zeitlichen Verläufe des Oszillatorsignals OS, des Rechtecksignals RS der Rechtecksignalquelle V_R , des Laststromsignals LS, des aus Laststromsignal LS und dem Rechtecksignal RS gebildeten Summensignals und des ersten und zweiten Regelsignals RS1, RS2 sowie der Ansteuerimpulse AI.

Aus den Figuren wird deutlich, daß die Austeuerimpulse AI jeweils mit fallender Taktflanke des Oszillatorsignals OS beginnen. Das Laststromsignal LS weist zu Beginn einen Einschaltimpuls auf und geht dann in ein linear ansteigendes Signal über. Die Rechtecksignale RS der Rechtecksignalquelle V_R sind so gewählt, daß sie jeweils mit fallender Taktflanke des Oszillatorsignals OS beginnen und erst nach Ende der Ansteuerimpulse AI enden. Die Ansteuerimpulse AI, deren Dauer von dem ersten und zweiten Regelsignal abhängt, enden, wenn das zweite Regelsignal RS2 das erste Regelsignal RS1 übersteigt. Zum Vergleich der Signale sind in Fig. 6 beispielhaft zwei Zeitpunkte t_0 und t_1 angegeben, wobei zum Zeitpunkt t_0 einer der Ansteuerimpulse AI beginnt, welcher zum Zeitpunkt t_1 endet.

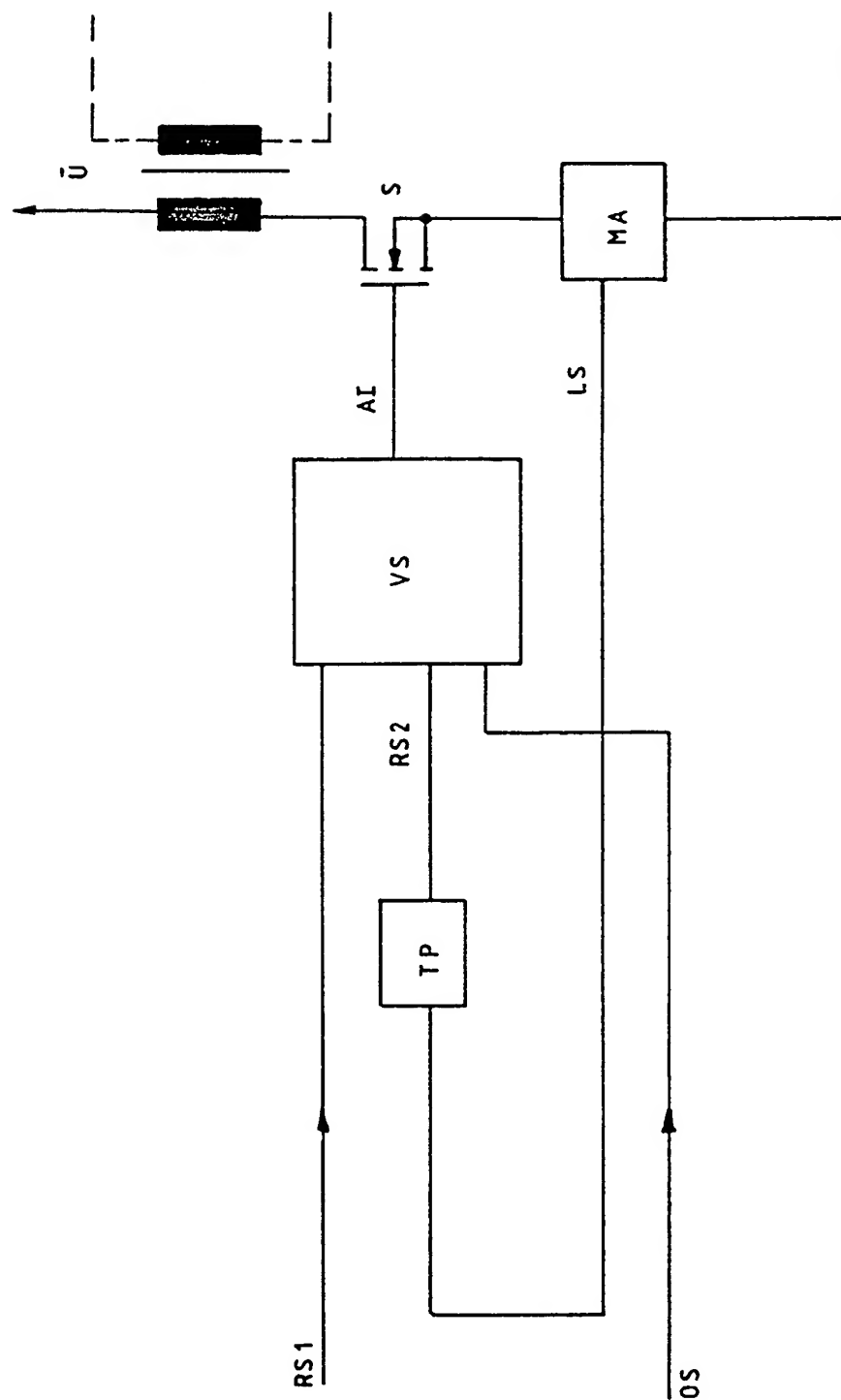
Patentansprüche

1. Pulsweitenmodulator zur Ansteuerung eines Halbleiter-
5 Leistungsschalters (S) in einem Schaltnetzteil mit folgenden Merkmalen:
- einer Vergleicherschaltung (VS) zur Erzeugung von
10 Ansteuerimpulsen (AI) nach Maßgabe eines Oszillatorsignals (OS), wobei die Dauer der einzelnen Ansteuerimpulse (AI) von einem ersten Regelsignal (RS1) und einem zweiten Regelsignal (RS2) abhängt;
 - einer Meßanordnung (MA) zur Erzeugung eines vom
15 Laststrom des Leistungsschalters (S) abhängigen Laststromsignals (LS);
 - einem Rückkopplungsweig zur Rückkopplung des Laststromsignals (LS) an die Vergleicherschaltung (VS);
20 gekennzeichnet durch das weitere Merkmal:
- der Rückkopplungsweig weist eine Tiefpaßanordnung
25 (TP) auf, deren Eingang das Laststromsignal (LS) zuführbar und an deren Ausgang das zweite Regelsignal (RS2) abgreifbar ist, auf.
2. Pulsweitenmodulator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Tiefpaßanordnung (TP) ein Tiefpaßfilter (TF) und eine Schaltanordnung (V_R ; S1, V_{OFF} ; S1, J1;
30 S2, J2) aufweist, welche einen von dem Laststromsignal (LS) unabhängigen Signalanteil des zweiten Regelsignals (RS2) bewirkt.
- 35 3. Pulsweitenmodulator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Tiefpaßfilter (TF) ein Filter ersten Grades ist.

4. Pulsweitenmodulator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Tiefpaßanordnung (TP) einen Verstärker (VR) aufweist.
- 5 5. Pulsweitenmodulator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltanordnung (V_R ; S1, V_{OFF} ; S1, J1; S2, J2) aus einer Rechtecksignalquelle (V_R) besteht, die vor dem Tiefpaßfilter (TF) angeordnet ist.
- 10 6. Pulsweitenmodulator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßanordnung (MA) aus einem vom Laststrom durchflossenen Stromfühlerwiderstand (R_F) besteht, der mit einer ersten Klemme an
15 Bezugspotential liegt und an dessen zweiter Klemme das Laststromsignal (LS) abgreifbar ist.
- 20 7. Pulsweitenmodulator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Tiefpaßfilter (TF) aus einem Widerstand (R) und einem Kondensator (C) besteht, welcher mit einer ersten Klemme an Bezugspotential liegt und an dessen zweiter Klemme das zweite Regelsignal (RS2) abgreifbar ist.
- 25 8. Pulsweitenmodulator nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltanordnung (V_R ; S1, V_{OFF} ; S1, J1; S2, J2) aus einer Konstantspannungsquelle (V_{OFF}) und einem ersten Schalter (S1) besteht, der parallel zu dem Kondensator (C) angeordnet ist und der abhängig von einem in der Schaltanordnung (V_R ; S1, V_{OFF} ; S1, J1; S2,
30 J2) bereitgestellten Sprungsignal (SS) geöffnet oder geschlossen ist.
- 35 9. Pulsweitenmodulator nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltanordnung (V_R ; S1, V_{OFF} ; S1, J1; S2, J2) aus einer ersten Stromquelle (J1) und dem ersten Schalter (S1) besteht, der parallel zu dem Kondensator (C) angeordnet ist und der abhängig von einem in

der Schaltanordnung (V_R ; S_1 , V_{OFF} ; S_1 , J_1 ; S_2 , J_2) bereitgestellten Sprungsignal (SS) geöffnet oder geschlossen ist und wobei eine Klemme der ersten Stromquelle (J_1) mit einer gemeinsamen Klemme des Widerstands (R) und des Kondensators (C) verbunden ist.

10. Pulsweitenmodulator nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltanordnung (V_R ; S_1 , V_{OFF} ; S_1 , J_1 ; S_2 , J_2) aus einer zweiten Stromquelle (J_2) und einem in Reihe dazu geschalteten zweiten Schalter (S_2) besteht, wobei die Reihenschaltung mit einer Klemme an der gemeinsamen Klemme von Widerstand (R) und Kondensator (C) angeschlossen ist und der zweite Schalter (S_2) abhängig von dem Sprungsignal (SS) geöffnet oder geschlossen ist.
11. Pulsweitenmodulator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vergleicherschaltung (VS) einen Komparator (KO), ein RS-Flip-Flop (FF) und ein UND-Glied (U) aufweist, wobei der Komparator (KO) eingangsseitig mit dem ersten und zweiten Regelsignal (RS_1 , RS_2), das RS-Flip-Flop (FF) eingangsseitig mit dem Ausgang des Komparators (KO) und dem Oszillatorsignal (OS) und das UND-Glied (U) eingangsseitig mit einem Ausgangssignal des RS-Flip-Flop (FF) und dem Oszillatorsignal (OS) verbunden ist.

Fig. 1

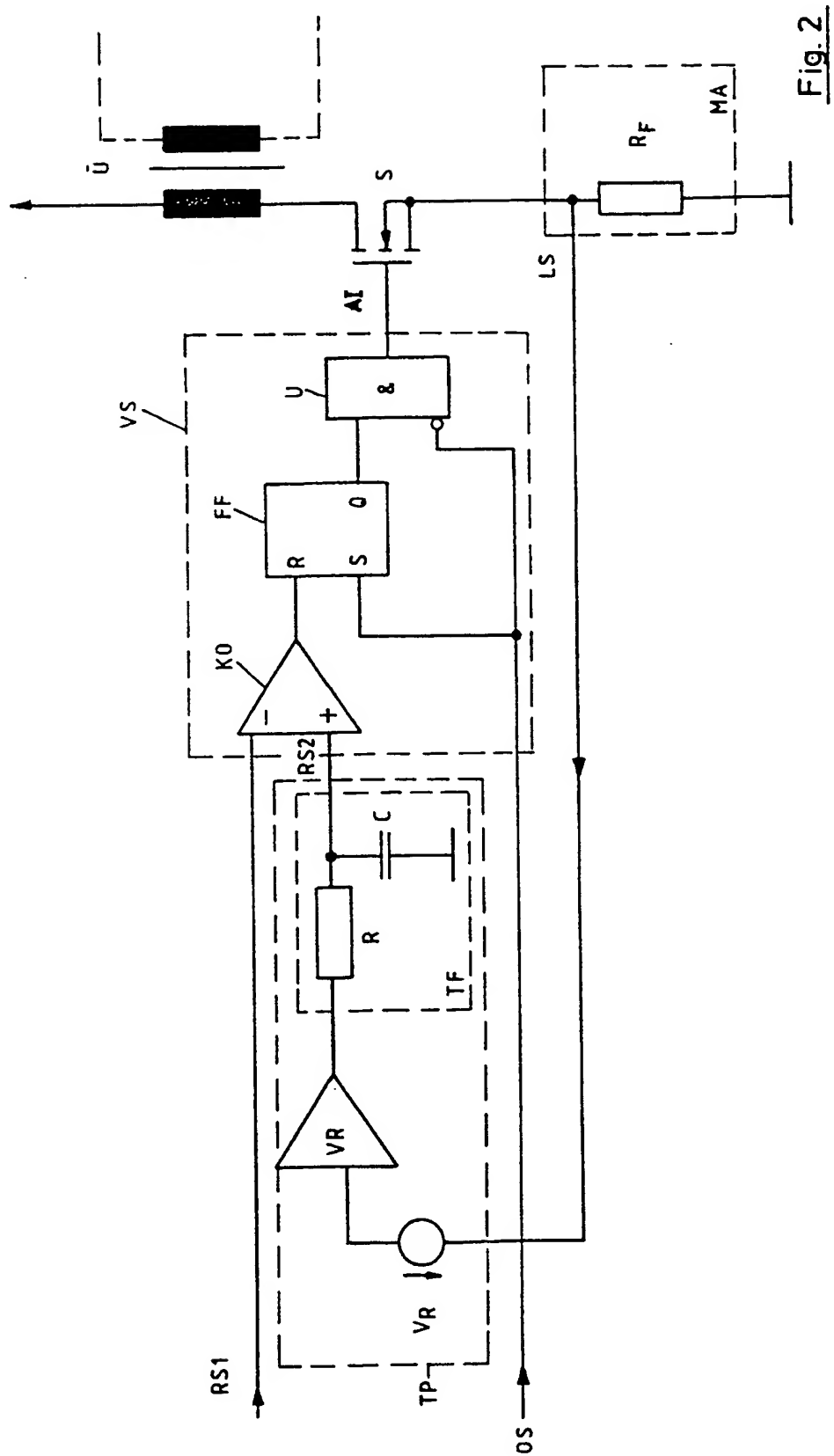


Fig. 2

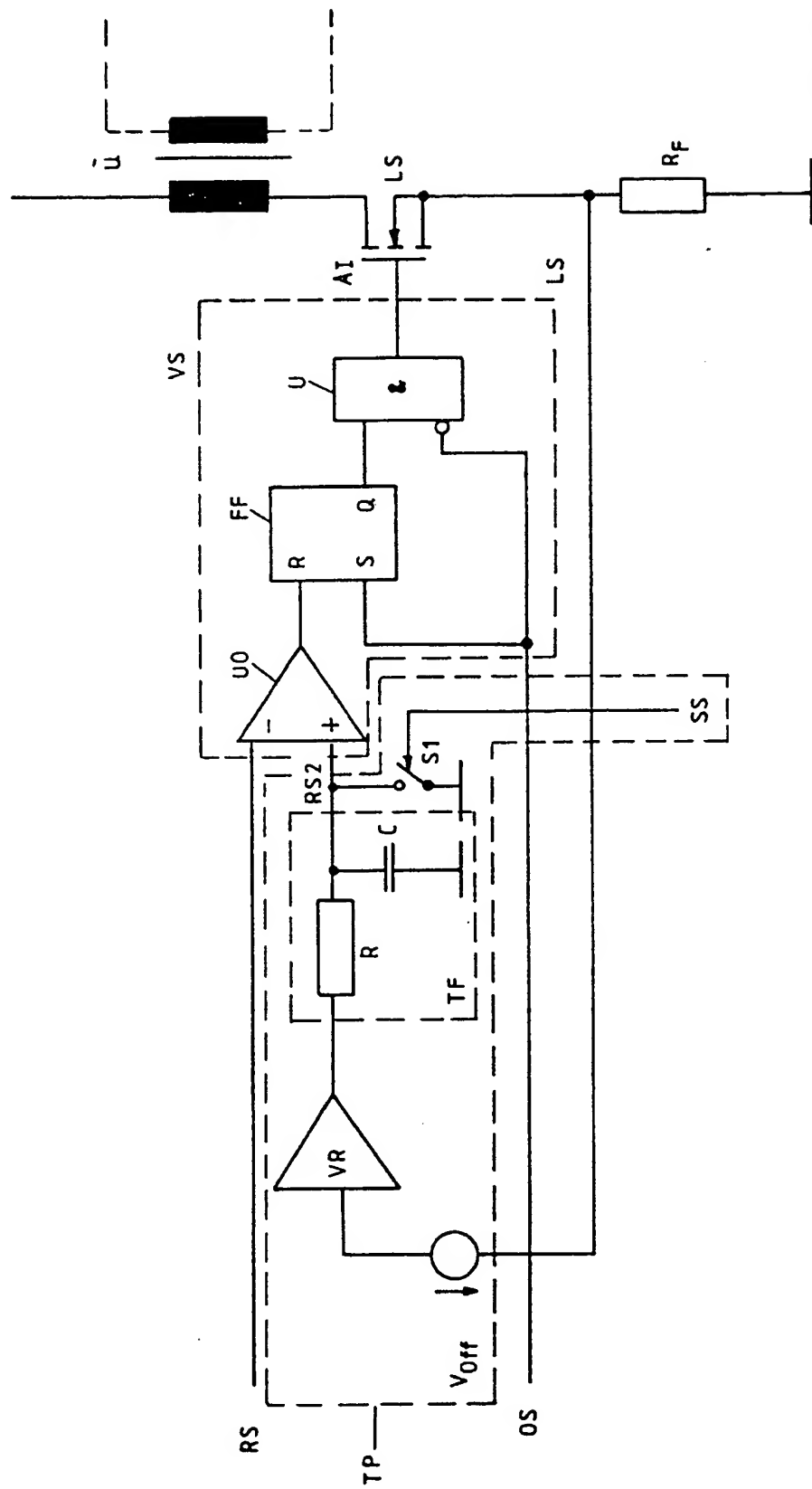


Fig. 3

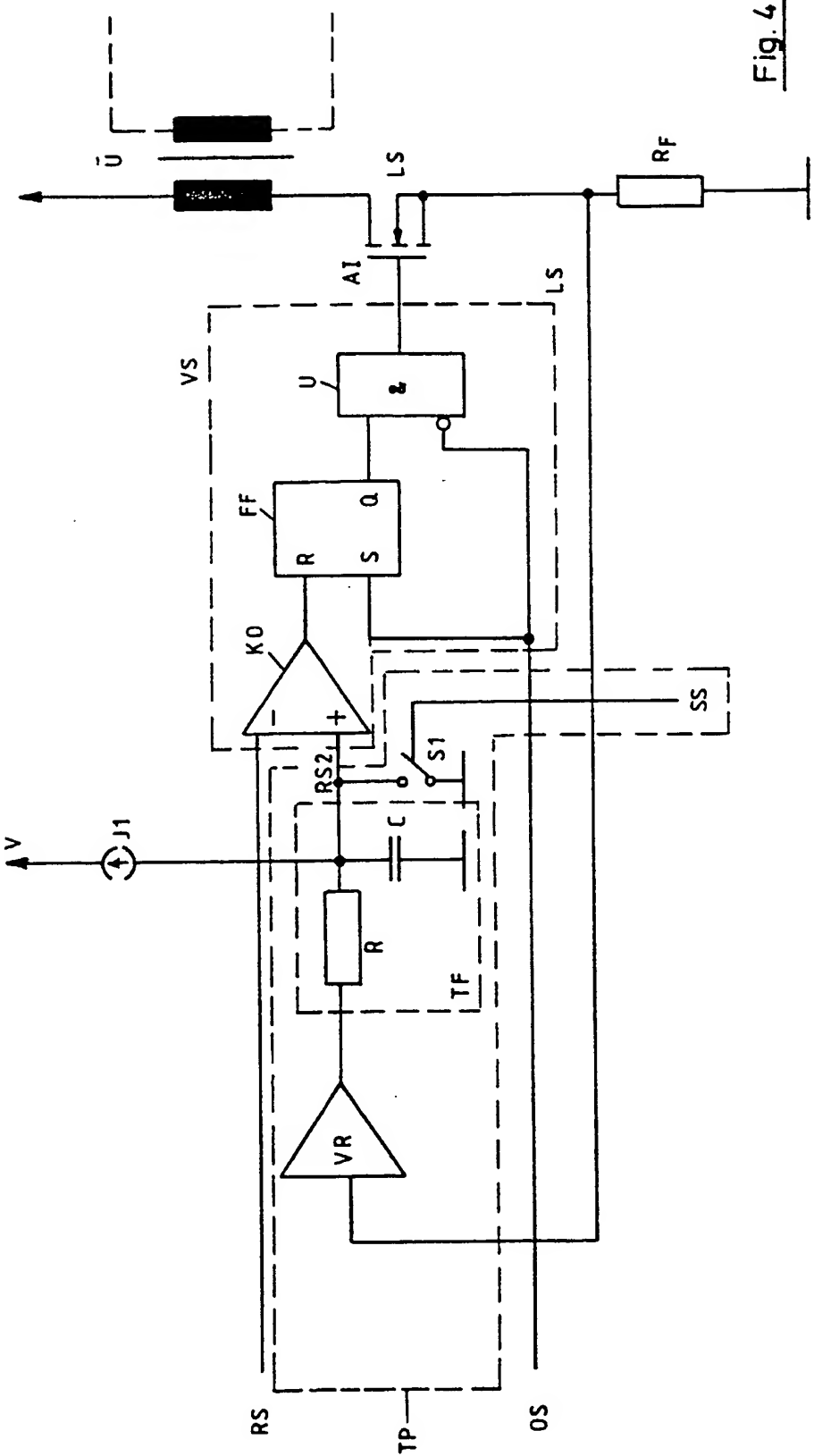


Fig. 4

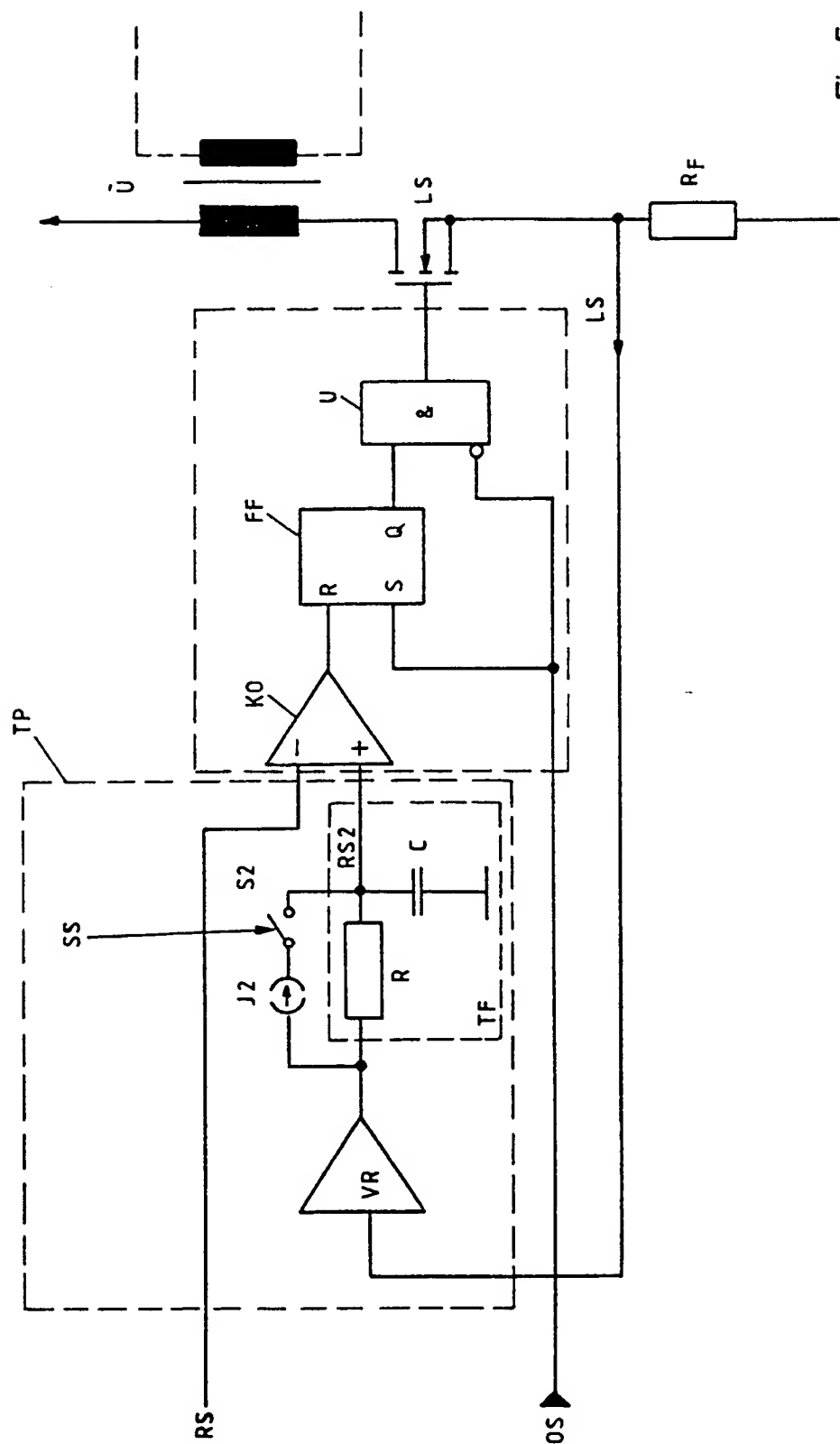
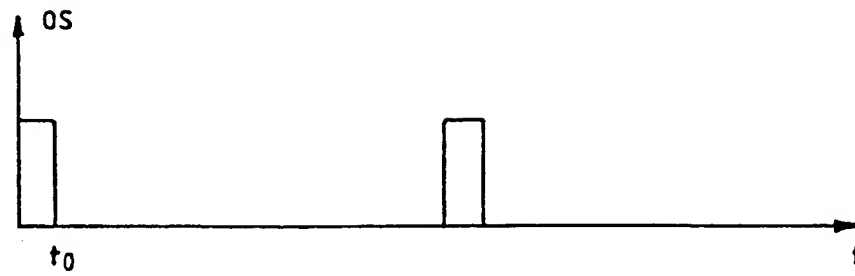
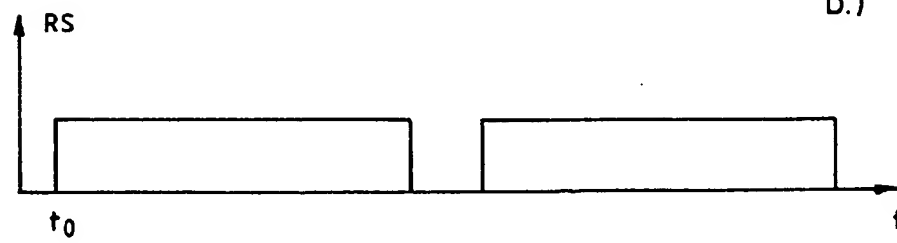


Fig. 5

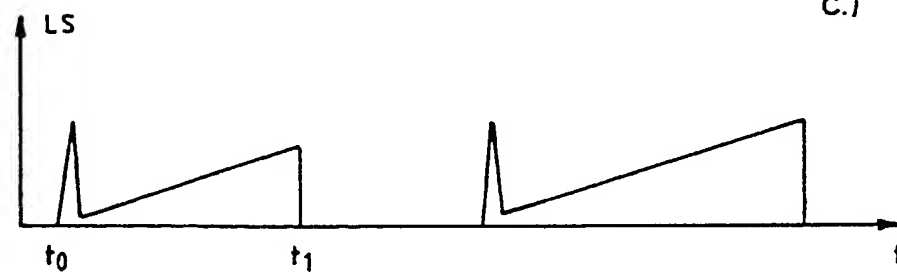
a.)



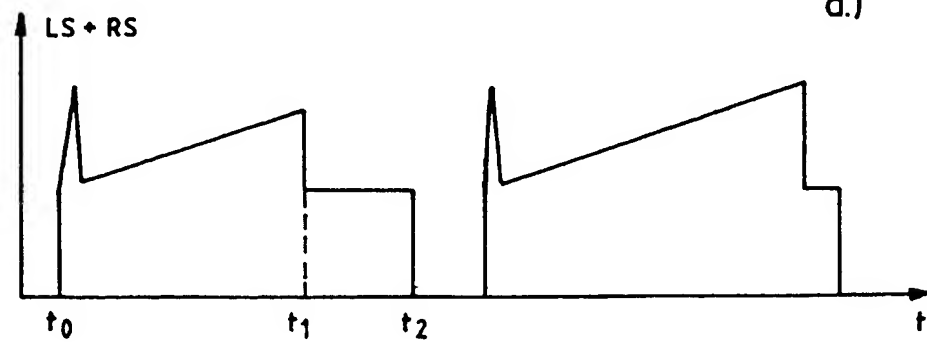
b.)



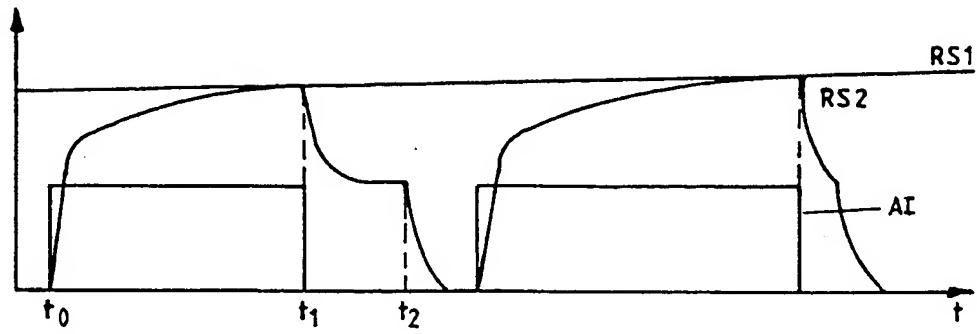
c.)



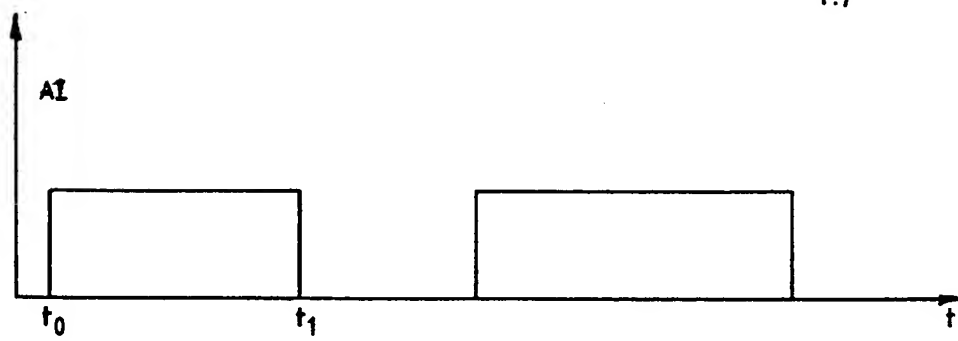
d.)

Fig. 6

e.)



f.)

Fig.6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No

PCT/DE 98/00231

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 H02M3/335

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 390 101 A (BROWN MARTIN J) 14 February 1995 see column 2, line 19 - column 5, line 29; figure	1,3,6,7
Y	EP 0 584 623 A (SIEMENS AG) 2 March 1994 see column 43, line 12 - column 4, line 56; figure 1	1,3,6,7
A	US 5 335 162 A (MARTIN-LOPEZ FERNANDO R ET AL) 2 August 1994 see column 2, line 66 - column 3, line 62; figure 2	1,2,10, 11
A	US 4 975 820 A (SZEPESSI TAMAS S) 4 December 1990 see column 3, line 12 - column 6, line 66; figures 1-3	1,2,4,5, 8-10
	-/--	



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 June 1998

Date of mailing of the international search report

17/06/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Albertsson, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int lonal Application No

PCT/DE 98/00231

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 576 702 A (SIEMENS AG) 5 January 1994 see column 2, line 46 - column 6, line 42; figures 1-3 ---	1,11
A	DE 195 24 963 A (BOSCH GMBH ROBERT) 9 January 1997 ---	
A	EP 0 588 168 A (RCA THOMSON LICENSING CORP) 23 March 1994 -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 98/00231

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5390101	A	14-02-1995	NONE	
EP 0584623	A	02-03-1994	AT 150914 T DE 59305937 D DK 584623 T ES 2099330 T	15-04-1997 30-04-1997 22-09-1997 16-05-1997
US 5335162	A	02-08-1994	JP 6245503 A	02-09-1994
US 4975820	A	04-12-1990	DE 69027896 D DE 69027896 T EP 0415244 A JP 3178551 A	29-08-1996 27-02-1997 06-03-1991 02-08-1991
EP 0576702	A	05-01-1994	AT 126945 T DE 59203395 D	15-09-1995 28-09-1995
DE 19524963	A	09-01-1997	WO 9703492 A GB 2318889 A	30-01-1997 06-05-1998
EP 0588168	A	23-03-1994	CN 1085697 A EP 0588172 A EP 0588173 A JP 6225172 A US 5349515 A US 5351177 A US 5349516 A	20-04-1994 23-03-1994 23-03-1994 12-08-1994 20-09-1994 27-09-1994 20-09-1994

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int lationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/00231

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 H02M3/335

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 H02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 5 390 101 A (BROWN MARTIN J) 14. Februar 1995 siehe Spalte 2, Zeile 19 - Spalte 5, Zeile 29; Abbildung	1,3,6,7
Y	EP 0 584 623 A (SIEMENS AG) 2. März 1994 siehe Spalte 43, Zeile 12 - Spalte 4, Zeile 56; Abbildung 1.	1,3,6,7
A	US 5 335 162 A (MARTIN-LOPEZ FERNANDO R ET AL) 2. August 1994 siehe Spalte 2, Zeile 66 - Spalte 3, Zeile 62; Abbildung 2	1,2,10, 11
A	US 4 975 820 A (SZEPESEI TAMAS S) 4. Dezember 1990 siehe Spalte 3, Zeile 12 - Spalte 6, Zeile 66; Abbildungen 1-3	1,2,4,5, 8-10
	-/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung miteinander oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. Juni 1998

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

17/06/1998

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Albertsson, E

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 576 702 A (SIEMENS AG) 5.Januar 1994 siehe Spalte 2, Zeile 46 - Spalte 6, Zeile 42; Abbildungen 1-3 ----	1,11
A	DE 195 24 963 A (BOSCH GMBH ROBERT) 9.Januar 1997 -----	
A	EP 0 588 168 A (RCA THOMSON LICENSING CORP) 23.März 1994 -----	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/00231

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5390101	A	14-02-1995	KEINE		
EP 0584623	A	02-03-1994	AT	150914 T	15-04-1997
			DE	59305937 D	30-04-1997
			DK	584623 T	22-09-1997
			ES	2099330 T	16-05-1997
US 5335162	A	02-08-1994	JP	6245503 A	02-09-1994
US 4975820	A	04-12-1990	DE	69027896 D	29-08-1996
			DE	69027896 T	27-02-1997
			EP	0415244 A	06-03-1991
			JP	3178551 A	02-08-1991
EP 0576702	A	05-01-1994	AT	126945 T	15-09-1995
			DE	59203395 D	28-09-1995
DE 19524963	A	09-01-1997	WO	9703492 A	30-01-1997
			GB	2318889 A	06-05-1998
EP 0588168	A	23-03-1994	CN	1085697 A	20-04-1994
			EP	0588172 A	23-03-1994
			EP	0588173 A	23-03-1994
			JP	6225172 A	12-08-1994
			US	5349515 A	20-09-1994
			US	5351177 A	27-09-1994
			US	5349516 A	20-09-1994